

Docket No.: LGS/K-041

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Hyun Mun KIM

New U.S. Patent Application

Filed: April 24, 1998

For: METHOD OF REMOVING BLOCKING ARTIFACTS IN A CODING
SYSTEM OF A MOVING PICTURE

TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

Assistant Commissioner of Patents
Washington, D. C. 20231

Sir:

At the time the above application was filed, priority was claimed based on the
following application:

Korean Patent Application No. 46368/1997 - filed September 9, 1997.

A copy of each priority application listed above is enclosed.

Respectfully submitted,
FLESHNER & KIM

Carl R. Wesolowski

Daniel Y.J. Kim
Registration No. 36,186
Carl R. Wesolowski
Registration No. 40,372

P. O. Box 221200
Chantilly, Virginia 20153-1200
703 502-9440

Date: April 24, 1998

DYK/CRW:ksw



JCS41 U.S. PTO
09/065577
04/24/98

대한민국 특허청
KOREAN INDUSTRIAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Industrial
Property Office.

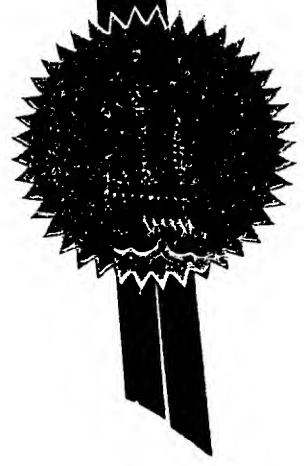
출원번호 1997년 특허출원 제46368호
Application Number

출원년월일 1997년 9월 9일
Date of Application

출원인 엘지반도체주식회사
Applicant(s)

1997년 10월 8일

특허청
COMMISSIONER



특허출원서

【출원번호】 97-046368

【출원일자】 97/09/09

【국제특허분류】 H04N

【발명의 국문명칭】 저속 전송에서의 동영상을 위한 디블록킹 필터링 방법

【발명의 영문명칭】 METHOD FOR DEBLOCKING FILTERING FOR LOW-BIT-RATE VIDEO

【출원인】

【국문명칭】 엘지반도체 주식회사

【영문명칭】 LG Semicon Co., Ltd.

【대표자】 문정환

【출원인코드】 11007058

【출원인구분】 국내상법상법인

【우편번호】 361-480

【주소】 충청북도 청주시 흥덕구 향정동 1

【국적】 KR

【대리인】

【성명】 강용복

【대리인코드】 A255

【전화번호】 02-3453-6701

【우편번호】 135-080

【주소】 서울특별시 강남구 역삼동 648-23

【대리인】

【성명】 김용인

【대리인코드】 A135

【전화번호】 02-3453-6701

【우편번호】 135-080

【주소】 서울특별시 강남구 역삼동 648-23

【발명자】

【국문성명】 김현문

【영문성명】 KIM, Hyun Mun

【주민등록번호】 611117-1350312

【우편번호】 135-220

【주소】 서울특별시 강남구 수서동 708 삼익아파트 405-309

【국적】 KR

【신규성주장】

【공개형태】 학술단체 서면발표

【공개일자】 1997.04.01

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다.

대리인

강용복 (인)

대리인

김용인 (인)

【심사청구】 특허법 제60조의 규정에 의하여 위와 같이 출원심사를 청구합니다.

대리인

강용복 (인)

대리인

김용인 (인)

【수신처】 특허청장 귀하

【수수료】

【기본출원료】 20 면 25,000 원

【가산출원료】 4 면 3,600 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 5 항 209,000 원

【합계】 237,600 원

【첨부서류】 1. 요약서, 명세서(및 도면) 각 1통

2. 출원서 부분, 요약서, 명세서(및 도면)을 포함하는 FD부분 1통

3. 위임장(및 동 번역문)

4. 신규성 규정을 적용받기 위한 증명서류 사본 1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 블록 단위의 영상 데이터 처리에 따라 발생하는 블록화 현상을 제거할 수 있도록한 저속 전송에서의 동영상에 위한 디블록킹 필터링 방법에 관한 것으로, 블록 경계를 기점으로 픽셀 세트 S_0, S_1, S_2 를 정의하고, 블록화 현상의 정도에 따라 선택적으로 디블록킹 모드를 디폴트 또는 DC 오프셋 모드로 결정하여 디폴트 모드에서는 각 픽셀에 대한 블록 경계 주변의 주파수 정보를 구하여 블록 경계에 내포된 불연속적인 성분의 크기를 블록 경계 주변에 내포된 불연속적인 성분의 크기의 최소치로 조정하고, DC 오프셋 모드에서는

$$v_{prime\ n} = \sum_{k=-4}^4 b_k \cdot p_{n+k}, 1 \leq n \leq 8$$

$$P_m = (|v_1 - v_0| < QP) \ v_{prime\ 0}; v_1, \text{ if } mPREC1 \text{일 때} <$$

$$v_m, \text{ if } 1 \leq m \leq 8 \text{일 때} \leq$$

$$(|v_8 - v_9| < QP) \ v_9; v_8, \text{ if } mSUCC8 \text{일 때} >$$

$$\{b_k : -4 \leq k \leq 4\} = \{1, 1, 2, 2, 4, 2, 2, 1, 1\} // 16$$

의 조건식을 이용하여 영상의 움직임이 완만한 영역에서 블록화 현상을 제거하는 것을 포함한다.

【대표도】

도 4

【명세서】

【발명의 명칭】

저속 전송에서의 동영상을 위한 디블록킹 필터링 방법

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 기술의 디블록킹 방법을 나타낸 픽셀 매트릭스

× 도 2는 수평 및 수직 방향에 따른 블록 경계 영역을 나타낸 픽셀 매트릭스

도 3은 4-포인트 DCT basis를 나타낸 구성도

도 4는 본 발명에 따른 디블록킹 필터링 방법을 나타낸 플로우 차트

도 5는 본 발명에 따른 디블록킹 필터링에 의한 PSNR특성을 나타낸 테이블

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

본 발명은 동영상 처리 방법에 관한 것으로, 특히 압축률과 코딩 효율을 위하여 사용하는 블록 단위의 영상 데이터 처리에 따라 발생하는 블록화 현상을 효율적으로 제거할 수 있도록한 저속 전송에서의 동영상을 위한 디블록킹 필터링 방법에 관한 것이다.

일반적으로 시간에 따라 변화하는 비디오(Video)시퀀스를 효율적으로 압축하기 위해서는 영상데이터가 갖고 있는 2차원 공간상의 중복성(redundancy)뿐만 아니라 시간축상의 중복성 제거가 절대적으로 필요하다.

MPEG(Moving Picture Experts Group)에서는 2차원 공간상의 중복성을 제거하

기 위하여 DCT(Discrete Cosine Transform)를 이용하고, 시간축상의 중복성을 제거하기 위하여 움직임 보상방법을 이용하고 있다.

DCT는 2차원 축변환을 통해서 데이터의 상관성을 제거하는 방법으로서 픽처(Picture)를 축변환시킴에 있어서, 블록(block)단위로 나뉘어진 각각의 블록을 DCT를 이용하여 축변환시킨다.

축변환된 데이터들은 한쪽 방향으로 몰리는 경향이 있는데 몰려진 데이터들만을 양자화하여 전송하게 된다.

시간축상으로 연속된 Picture들은 주로 화면의 중앙부분에서 사람이나 물체의 움직임이 있기 때문에 움직임 보상방법에서는 이러한 성질을 이용하여 시간축상의 중복성을 제거한다.

즉, 화면의 변하지 않는 부분(혹은 움직였다고 하더라도 변화가 아주 작은 부분)은 비슷한 부분을 바로 전 Picture에서 가져와서 채움으로서 전송하여야 할 데이터량을 최소화 할 수 있다.

이렇게 Picture사이에서 가장 비슷한 블록을 찾는 일을 움직임 예측(Motion Estimation)이라고 하며, 움직임의 정도를 변위로 나타낸 것을 움직임 벡터(Motion Vector)라고 한다.

MPEG에서는 이러한 두방법을 결합한 움직임 보상-DCT방법을 이용하고 있다.

일반적으로 DCT 알고리즘 결합 압축기술은 입력 데이터를 8×8 단위로 표본화한 후 DCT에 의해 변환을 수행하고 그 변환 계수들을 시각적 특성을 고려한 양자화 테이블의 양자화 값으로 양자화를 한 후 RLC(Run Length Coding)를 통해 데이터 압

축을 행하는 방법이다.

여기서 DCT를 통과한 데이터는 공간영역에서 주파수 영역으로 변환되는데 인간의 시각적 특성을 고려한 양자화과정을 통해 시각적으로 인식에 도움이 되지 않는 데이터의 압축이 이루어진다.

또한 양자화 과정을 통하여 나온 데이터는 상대적 발생 빈도가 높은 것들은 적은 코드 워드로 부호화하고 상대적 발생빈도가 낮은 것은 긴 코드워드를 사용하여 최종적인 데이터 압축효과를 얻게 된다.

이와같은 동영상 처리방법에 있어서, 보다 높은 압축률과 부호화(Coding)의 효율성을 극대화 시키기 위한 방안으로서 블록단위로 독립적인 처리를 하고 있다.

이러한 독립적인 처리로 인해 각 블록간의 경계에서 시간상의 차이로 인하여 시각적으로 거슬리는 블록화현상이 유발되고 있다.

이하, 첨부된 도면을 참고하여 종래 기술의 더블록킹 필터링 방법에 관하여 설명하면 다음과 같다.

도 1은 종래 기술의 더블록킹 방법을 나타낸 픽셀 매트릭스이고,도 2는 일반적인 수평 및 수직방향에 따른 블록 경계영역을 나타낸 픽셀 매트릭스이다.

블록 단위의 처리를 기본 구조로 하는 코딩 시스템에서 생기는 블록화 현상을 제거하기 위하여 많은 알고리즘이 제안되고 있다.

그중 현재 표준화가 진행되고 있는 MPEG-4에서는 Telenor에서 제안한 더블록킹 필터를 사용하고 있는데 그 알고리즘은 다음과 같다.

B가 B1으로 대체되고 C가 C1으로 대체되면,

$$B1 = B + d1$$

$$C1 = C - d1$$

$$d1 = \text{sign}(d) * (\text{MAX}(0, |d| - \text{MAX}(0, 2 * |d| - QP)))$$

여기서, $d = (3A - 8B + 8C - 3D) / 16$ 그리고 QP 는 픽셀 C 가 속한 매크로 블록의 양자화 파라미터이다.

MPEG-4의 동영상 처리에서는 이와 같은 알고리즘을 이용하여 블록화 현상을 제거하여 동영상의 화질을 향상시키는 방법이 제시되고 있으나, 동영상의 복호화 및 부호화의 특성상 이러한 영상 처리가 실시간 수행능력을 요구하기 때문에 적은 연산능력으로 효과적으로 블록화 현상을 제거하기는 어렵다.

즉, 완전하게 블록화 현상을 제거하기 위해서는 계산량이 많아야 하므로 효율성이 좋지 않다.

블록화 현상을 제거하기 위한 다른 방법으로 제시되고 있는 것으로는 부호화와 복호화의 과정을 변화시키는 방법이 있는데, 이는 전송되는 비트량의 증가를 초래하였다.

또한, POCS(Projection onto convex sets)이론에 기반을 둔 블록화 현상 제거 방법들이 제시되었지만, 이는 기본적으로 반복(Iteration)구조와 긴 컨버전스 타임(Convergence time)으로 인하여 정지영상에 대해서만 그 응용범위를 취하고 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

상기와 같은 종래 동영상 부호화에 따른 블록화 현상 제거방법은 다음과 같

은 문제점이 있었다.

첫째, 블록화 현상을 제거하기 위한 알고리즘을 수행함에 따른 계산이 복잡하고 계산량이 많다.

둘째, 영상의 섬세한 부분과 완만한 부분 모두에서 블록화 현상을 제거하지 못한다.

셋째, 전송되는 비트량의 증가를 초래한다.

본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 동영상 블록화 현상 제거 방법의 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로, 블록간 경계 주변의 주파수특성을 이용하여 비트량의 증가없이 실시간으로 동영상의 블록화 현상을 제거하는데 적당하도록한 저속 전송에서의 동영상을 위한 디블록킹 필터링 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

블록간 경계 주변의 주파수특성을 이용하여 계산량의 증가없이 실시간으로 동영상의 블록화 현상을 제거할 수 있도록한 본 발명의 저속 전송에서의 동영상을 위한 디블록킹 필터링 방법은 블록 경계를 기점으로 픽셀 세트 S_0, S_1, S_2 를 정의하는 스텝과, 모드 결정값을 구하여 블록화 현상의 정도에 따라 선택적으로 디블록킹 모드를 디폴트 또는 DC 오프셋 모드로 결정하는 스텝과, 디폴트 모드로 결정되면 4-포인트 DCT 커널을 사용하여 각 픽셀에 대한 블록 경계 주변의 주파수 정보를 구하는 스텝과, 주파수 영역에서의 블록 경계에 내포된 불연속적인 성분의 크기를 블록 경계 주변에 내포된 불연속적인 성분의 크기의 최소치로 조정하는 스텝과, 모드 결정 단계에서 DC 오프셋 모드로 결정되면 DC 오프셋 모드의 실행이 필요한지를 판단

하는 스텝과, DC 오프셋 모드에 의한 디블록킹이 필요한 경우

$$vprime_n = \sum_{k=-4}^4 b_k \cdot p_{n+k}, 1 \leq n \leq 8$$

$$P_m = (|v_1 - v_0| < QP) \ vprime_0: v_1, \text{ if } mPREC1 \text{ 일 때 } <$$

$$v_m, \quad \text{if } 1 \leq m \leq 8 \text{ 일 때 } \leq$$

$$(|v_8 - v_9| < QP) \ v_9: v_8, \text{ if } mSUCC8 \text{ 일 때 } >$$

$$\{b_k : -4 \leq k \leq 4\} = \{1, 1, 2, 2, 4, 2, 2, 1, 1\} // 16$$

의 조건식을 이용하여 영상의 움직임이 완만한 영역에서 블록화 현상을 제거하는 스텝을 포함하여 이루어진다.

이하, 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 저속 전송에서의 동영상을 위한 디블록킹 필터링 방법에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

도 2는 수평 및 수직 방향에 따른 블록 경계 영역을 나타낸 픽셀 매트릭스이고, 도 3은 4-포인트 DCT basis를 나타낸 구성도이다. 그리고 도 4는 본 발명에 따른 디블록킹 필터링 방법을 나타낸 플로우 차트이다.

본 발명은 블록 경계(Block boundary)에서의 블록화 현상을 없애는 것을 공간 영역이 아닌 주파수 영역에서 실시하는 것이다.

즉, 계산량이 작은 4-포인트 DCT 커널(kernel)을 이용하여 경계 주변의 주파수 특성을 얻어내어 주파수 영역에서의 영상의 완만함을 공간 영역으로 연관지어 블록 경계의 섬세한 성분을 효과적으로 완만하게(smoothing)할 수 있도록한 것이다.

이와 같이 계산량이 작은 4-포인트 DCT 커널을 이용한 이러한 접근 방법은

주파수 해석을 한다는 장점과 더불어 디블록킹의 처리가 쉽게 이루어지므로 실시간 동영상의 블록킹 현상의 제거에 효율적으로 응용될 수 있다.

블록화 현상은 동영상에서의 데이터 처리 단위가 되는 블록의 블록 경계에 나타나는 현상으로 블록 단위의 불연속적인 선으로 나타난다.

따라서 블록화 현상을 제거하는 문제는 블록 경계 영역의 불연속성을 연속적인 형태로 변형시켜주는 문제로 정의할 수 있다.

도 2는 수평 또는 수직 방향의 블록 경계 영역을 나타내는 것으로, 블록 경계를 기준으로 S_0, S_1, S_2 의 4점으로 구성된 1차원 영상을 고려해볼 때 S_1 과 S_2 는 블록 단위의 압축 기법에 의해 독립적으로 처리된 것이므로 블록화의 직접적인 영향을 갖지 않는다는 것을 알 수 있다. 그러나 S_0 의 경우는 독립된 두 개의 블록에 걸쳐있으므로 블록화 현상에 직접적인 영향을 받는다.

본 발명의 디블록킹 필터링 방법은 S_0 에서의 블록화 현상을 제거하기 위해 S_1 과 S_2 에서의 주파수 성분 정보를 이용하는 것이다. 영상이 급격하게 변하는 것이 아니라 완만하게 변한다는 가정하에서 S_0, S_1, S_2 의 영상 특성은 유사하다 할 수 있는데, 이는 주파수 영역에서도 비슷한 특성을 갖는다는 것을 뜻한다.

각각의 S_0, S_1, S_2 세트의 주파수 특성이 비슷하므로 블록화 현상에 영향을 받는 S_0 의 주파수 성분을 S_1, S_2 의 주파수 성분을 고려해 조절해 줌으로써 블록화 현상을 제거하는 것이다. 이때, 주파수 해석의 도구로는 영상 압축 기술에 널리 적용된 DCT를 사용한다.

블록화 현상은 수평, 수직 블록 경계에서 모두 일어날 수 있는데 본 발명에서

는 수평 블록 경계 영역에서의 블록화 현상을 제거하고 이어, 수직 블록 경계 영역에서 블록화 현상을 제거한다.

먼저, 수평 블록 경계를 기점으로 3가지의 중첩되는 픽셀 세트 S_0, S_1, S_2 를 정의 한다.

S_0 는 블록 경계를 가로지르며, S_1 과 S_2 는 블록 경계를 접하고 있는 4-포인트의 픽셀 세트이다.

즉, 블록 경계의 불연속성은 S_0 세트에 포함되어 있고, 상기한바와 같이 블록 경계에서의 불연속성에 직접적인 영향을 받지 않는 S_1, S_2 세트의 공통 정보를 이용하여 S_0 에 내재되어 있는 블록 경계의 불연속성을 제거해주는 것이다.

상기의 블록 경계 주변의 정보를 구하는 도구로 사용되는 4-포인트 DCT basis는 도 3에서와 같다.

4-포인트 DCT basis는 그 센터에서 대칭적(symmetric)이거나, 반대칭적(antisymmetric)인 것을 알 수 있다.

즉, S_0 세트의 DCT 계수들을 $a_{0,0}(\text{DC}), a_{1,0}, a_{2,0}, a_{3,0}$ 라고 할 때 $a_{2,0}$ 와 $a_{3,0}$ 는 다 같이 높은 주파수 성분이지만 $a_{2,0}$ 는 중심을 기준으로 대칭이고 $a_{3,0}$ 는 반대칭이다.

이때, S_0 세트의 중심은 블록 경계가 존재하는 위치와 일치하므로 블록 경계를 기준으로 실제 블록 불연속성에 직접적인 영향을 주는 성분은 대칭적인 성분이 아니라 반대칭적인 성분이 된다.

이러한 불연속성에 영향을 주는 성분이 반대칭적인 것이라는 특성을 이용하여 주파수 영역에서의 $a_{3,0}$ 의 크기 성분을 조절하여 불연속성을 조절할 수 있다.

즉, 주파수 영역에서의 $a_{3,0}$ 성분의 크기를 적절하게 조절하면 공간 영역에서의 블록 경계에 따른 불연속성을 제거할 수 있다.

이를 보다 상세히 설명하면 다음과 같다.

$a_{3,0}$ 의 크기 성분을 블록 경계 주변에 내포된 $a_{3,1}, a_{3,2}$ 의 크기 성분과 원래의 값 $a_{3,0}$ 의 크기 성분들의 최소치로 재조정해준다.

이는 처리하고자 하는 경계의 어느 한쪽편이 평탄하면 블록화가 심각하게 나타나므로 이를 제거해준다는 의미가 있다.

반면 S0 뿐만아니라 S1, S2 양쪽 모두가 움직임의 대상이 되는 복잡한 영역일 경우에는 (즉, $a_{3,0}$ $a_{3,1}$ $a_{3,2}$ 의 크기 성분의 값이 모두 클 때) 블록 경계에서 거의 영향을 주지 않는다.

이와 같은 디폴트 모드에서의 블록화 현상을 제거하기 위한 알고리즘은 다음과 같다.

경계에 인접한 픽셀 v_4 와 v_5 가 $v_{4'}$ 와 $v_{5'}$ 로 대체된다.

$$v_{4'} = v_4 - d$$

$$v_{5'} = v_5 + d$$

$$d = CLIP(c_2(a_{3,0'} - a_{3,0}) / c_{3,0}, (v_4 - v_5) / 2) * \delta (|a_{3,0}| < QF)$$

$$a_{3,0'} = SIGN(a_{3,0}) * MIN(|a_{3,0}|, |a_{3,1}|, |a_{3,2}|)$$

$$a_{3,0} = ([c_1 - c_2 c_2 - c_1] * [v_3 v_4 v_5 v_6]^T) / c_3$$

$$a_{3,1} = ([c_1 - c_2 c_2 - c_1] * [v_1 v_2 v_3 v_4]^T) / c_3$$

$$a_{3,2} = ([c_1 - c_2 c_2 - c_1] * [v_5 v_6 v_7 v_8]^T) / c_3$$

여기서 QP는 v_5 가 포함된 해당 매크로블록의 양자화 변수이다.

c_1, c_2, c_3 는 4-포인트 DCT를 위해 사용되는 커널 상수이며 구현의 간단성을 위해 c_1, c_2 의 값은 정수로, c_3 의 값은 2의 누승수로 근사시킨 값을 사용하게 된다.

$a_{3,0} \ a_{3,1} \ a_{3,2}$ 는 DCT 커널과 픽셀 세트 S_0, S_1, S_2 와의 간단한 이너 프로덕트 (Inner Product)로 구해진다.

$|a_{3,0}| < QF$ 의 조건은 양자화 정도가 블록화 현상에 미치는 영향을 고려한 조건이며, 양자화 변수가 작아 블록화 정도가 심하지 않은 경우에 오버 스무싱 (Over-smoothing)되는 것을 방지한다.

그리고 블록 경계의 기울기의 방향이 도리어 커지거나 아니면 반대 방향으로 바뀌는 것을 막아주기 위해 보정값에 대한 클리핑(Clipping)과정이 뒤따른다.

이런 필터링 과정은 수평 방향에 이어 수직 방향으로 적용함으로써 국부적인 블록화 현상을 전체 프레임에 대해서 제거한다.

그리고 상기에서 설명한 디폴트 모드에서는 단지 경계 픽셀값 v_4 와 v_5 만 보정하여 영상의 배경과 같이 그 특성이 완만하고 스무스한 영역에서는 충분한 블록 현상의 방지를 할 수 없다.

따라서 영상의 배경과 같이 그 특성이 완만하고 스무스한 영역에서는 DC 오프셋 모드로 블록화 현상을 제거하게 된다.

DC오프셋 모드에서의 블록화 현상의 제거 알고리즘은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
\max &= MAX(v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8), \\
\min &= MIN(v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8) \\
&\text{if } (|\max - \min| < 2 \cdot QP) \text{ 이면, } /* low pass filtering* / \\
v_{prime\ n} &= \sum_{k=-4}^4 b_k \cdot p_{n+k}, 1 \leq n \leq 8 \\
P_m &= (|v_1 - v_0| < QP) \ v_{prime\ 0} : v_1, \text{ if } mPREC1 \text{ 일 때 } < \\
&\quad v_m, \quad \text{if } 1 \leq m \leq 8 \text{ 일 때 } \leq \\
&\quad (|v_8 - v_9| < QP) \ v_9 : v_8, \text{ if } mSUCC8 \text{ 일 때 } > \\
\{b_k : -4 \leq k \leq 4\} &= \{1, 1, 2, 2, 4, 2, 2, 1, 1\} // 16
\end{aligned}$$

즉, 블록 경계의 픽셀들의 최대 데이터값 - 최소 데이터값의 절대치가 2.QP보다 작을 경우에만(디블록킹이 필요한 경우) 영상의 배경과 같이 그 특성이 완만하고 스무스한 영역에서는 DC 오프셋 모드로 블록화 현상을 제거하게 된다. 상기의 디폴트 모드와 DC 오프셋 모드의 결정은 다음과 같은 알고리즘으로 결정한다.

$$\begin{aligned}
\text{모드 결정값}(eq\ cnt) &= \phi(v_0 - v_1) + \phi(v_1 - v_2) + \phi(v_2 - v_3) + \phi(v_3 - v_4) \\
&\quad + \phi(v_4 - v_5) + \phi(v_5 - v_6) + \phi(v_6 - v_7) + \phi(v_7 - v_8) + \phi(v_8 - v_9), \\
&\text{여기서, } \phi(\gamma) = 1 \quad \text{만약, } |\gamma| \leq THR\ 1 \text{ (제1드레시홀드값)이 아니면 } \phi(\gamma) = 0 \text{이다.}
\end{aligned}$$

상기의 알고리즘에 의해 만약, 모드 결정값 $\geq THR2$ (제2드레시홀드값)이면 DC 오프셋 모드를 적용하고, 그렇지 않다면 디폴트 모드를 적용한다.

이와 같은 알고리즘으로 영상의 블록화 현상을 제거하는 본 발명의 저속 전송에서의 동영상을 위한 디블록킹 필터링 방법을 도 4를 참고하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

본 발명의 디블록킹 필터링 방법은 먼저, 수평 블록 경계를 기점으로 3가지의 중첩되는 픽셀 세트 S_0, S_1, S_2 를 정의 한다.(401S)

상기의 모드 결정값을 구하는 알고리즘에 의해 모드 결정값을 구하여(402S) 구해진 모드 결정값(eq cnt)과 유저에 의해 설정되어진 제 2 드레시홀드값(THR2)을 비교한다.(403S)

상기 모드 결정값과 제 2 드레시홀드값의 비교는 영상에서의 블록화 현상의 정도에 따라 선택적으로 모드를 결정하여 디블록킹 필터링을 하기 위한 것이다.

모드 결정 단계에서 디폴트 모드로 결정되면 먼저, 디폴트 모드를 설정하고(404S) 4-포인트 DCT 커널을 사용하여 각 픽셀에 대한 블록 경계 주변의 주파수 정보를 구한다.(405S)

그리고 주파수 영역에서의 블록 경계에 내포된 불연속적인 성분의 크기를 블록 경계 주변에 내포된 불연속적인 성분의 크기의 최소치로 조정한다.

그리고 이를 공간 영역에까지 확대하여 공간 영역에서의 블록 경계에 내포된 불연속적인 성분의 크기를 블록 경계 주변에 내포된 불연속적인 성분의 크기의 최소치로 조정한다.(406S)

이와 같은 디폴트 모드에서의 블록화 현상의 제거 알고리즘은 상기한

$$v_{4'} = v_4 - d$$

$$v_{5'} = v_5 + d$$

$$d = CLIP(c_2(a_{3,0'} - a_{3,0}) // c_{3,0}, (v_4 - v_5)/2) * \delta(|a_{3,0}| < QF)$$

$$a_{3,0'} = SIGN(a_{3,0}) * MIN(|a_{3,0}|, |a_{3,1}|, |a_{3,2}|)$$

$$a_{3,0} = ([c_1 - c_2 c_2 - c_1] * [v_3 v_4 v_5 v_6]^T) / c_3$$

$$a_{3,1} = ([c_1 - c_2 c_2 - c_1] * [v_1 v_2 v_3 v_4]^T) / c_3$$

$$a_{3,2} = ([c_1 - c_2 c_2 - c_1] * [v_5 v_6 v_7 v_8]^T) / c_3$$

의 알고리즘을 이용하여 진행한다.

여기서, QP는 v_5 가 포함된 해당 매크로블록의 양자화 변수이다.

상기한바와 같은 디폴트 모드에서는 영상이 섬세한 영역에서의 블록화 현상의 제거는 효율적으로 이루어지지만, 배경등과 같이 영상이 완만한 영역에서는 블록화 현상을 충분하게 제거할 수는 없다.

따라서, 상기한 모드 결정 단계(403S)에서 DC 오프셋 모드로 결정된 경우에는 DC 오프셋 모드를 설정하여 블록화 현상을 제거해 주어야한다.

DC 오프셋 모드로 블록화 현상을 제거하는 알고리즘은 상기한

$$\max = MAX(v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8),$$

$$\min = MIN(v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8)$$

$$\text{if}(|\max - \min| < 2 \cdot QP) \text{이면, } /* \text{low pass filtering} */$$

$$vprime_n = \sum_{k=-4}^4 b_k \cdot p_{n+k}, 1 \leq n \leq 8$$

$$P_m = (|v_1 - v_0| < QP) \ vprime_0 : v_1, \text{ if } mPREC1 \text{ 일 때 } <$$

$$v_m, \quad \text{if } 1 \leq m \leq 8 \text{ 일 때 } \leq$$

$$(|v_8 - v_9| < QP) \ v_9 : v_8, \text{ if } mSUCC8 \text{ 일 때 } >$$

$$\{b_k : -4 \leq k \leq 4\} = \{1, 1, 2, 2, 4, 2, 2, 1, 1\} // 16$$

의 알고리즘에 의해 진행하게 된다.

즉, 블록 경계의 픽셀들의 최대 데이터값 - 최소 데이터값을 구하여(408S) 절대치가 2.QP보다 작을 경우에만(이때가 DC 오프셋 모드에 의한 디블록킹이 필요한 경우이다.) 영상의 배경과 같이 그 특성이 완만하고 스무스한 영역에서는 DC 오프셋 모드로 블록화 현상을 제거하게 된다.(409S)(410S)

이와 같이 수평 블록 경계를 중심으로한 디블록킹 필터링의 실행이 끝나면 상기의 실행 단계 모두를 수직 블록 경계를 중심으로하여 실행한다.(411S)

그리고 상기의 수평, 수직 블록 경계를 중심으로한 디블록킹 필터링 단계를 전체 프레임에 대해 반복한다.(412S)

상기와 같은 본 발명에 따른 디블록킹 방법을 이용한 실시예의 결과 테이블은 도 5에서와 같다.

도 5는 본 발명에 따른 디블록킹 필터링에 의한 PSNR특성을 나타낸 테이블이다.

본 발명의 디블록킹 필터링 방법을 이용한 실시예의 실행 조건은 다음과 같다.

실행 프레임율은 300프레임(INTRA 부호화한 초기 프레임을 사용하여)으로 하고, 양자화 파라미터(QP)는 고정되고 H.263의 양자화 기법을 사용한다.

그리고 F_code는 1로하고 DC/AC 예측 모드를 인에이블시켜 Rectangular shape VOP 부호화 기법을 사용한다.

도 5의 결과 테이블은 상기의 조건으로 디블록킹 필터링했을 경우의 PSNR을 나타낸 것으로 MPEG-4의 VM(no filtering)에서보다 블록화 현상이 개선되었음을 알 수 있다.

【발명의 효과】

이와 같은 본 발명의 저속 전송에서의 동영상을 위한 디블록킹 필터링 방법은 다음과 같은 효과가 있다.

첫째, 주파수 영역에서의 특성을 이용하여 필터링을 하여 블록화 현상의 제거가 보다 효과적으로 이루어져 화질이 우수한 영상을 제공하는 효과가 있다.

둘째, 움직임이 큰 영역과 움직임이 거의 없는 영역 모두에서 블록화 현상을 제거하므로 시각적으로 보다 섬세한 화질의 영상을 제공한다.

셋째, 디블록킹 필터링의 수행에 따른 비트량의 증가를 억제할 수 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

블록 경계를 기점으로 픽셀 세트 S0,S1,S2를 정의하는 스텝과,

모드 결정값을 구하여 블록화 현상의 정도에 따라 선택적으로 디블록킹 모드를 디폴트 또는 DC 오프셋 모드로 결정하는 스텝과,

디폴트 모드로 결정되면 4-포인트 DCT 커널을 사용하여 각 픽셀에 대한 블록 경계 주변의 주파수 정보를 구하는 스텝과,

주파수 영역에서의 블록 경계에 내포된 불연속적인 성분의 크기를 블록 경계 주변에 내포된 불연속적인 성분의 크기의 최소치로 조정하고 이를 공간 영역에까지 확대하는 스텝과,

모드 결정 단계에서 DC 오프셋 모드로 결정되면 DC 오프셋 모드의 실행이 필요한지를 판단하는 스텝과,

DC 오프셋 모드에 의한 디블록킹이 필요한 경우

$$v_{prime\ n} = \sum_{k=-4}^4 b_k \cdot p_{n+k}, 1 \leq n \leq 8$$

$$P_m = (|v_1 - v_0| < QP) \ v_{prime\ 0} : v_1, \text{ if } mPREC1 \text{ 일 때 } < \\ v_m, \text{ if } 1 \leq m \leq 8 \text{ 일 때 } <$$

$$(|v_8 - v_9| < QP) \ v_9 : v_8, \text{ if } mSUCC8 \text{ 일 때 } >$$

$$\{b_k : -4 \leq k \leq 4\} = \{1, 1, 2, 2, 4, 2, 2, 1, 1\} // 16$$

의 조건식을 이용하여 영상의 움직임이 완만한 영역에서 블록화 현상을 제거하는 스텝을 포함하는 것을 특징으로 하는 저속 전송에서의 동영상을 위한 디블록

킹 필터링 방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 디블록킹 모드를

$$\begin{aligned} \text{모드 결정값}(eq\ cnt) = & \phi(v_0 - v_1) + \phi(v_1 - v_2) + \phi(v_2 - v_3) + \phi(v_3 - v_4) \\ & + \phi(v_4 - v_5) + \phi(v_5 - v_6) + \phi(v_6 - v_7) + \phi(v_7 - v_8) + \phi(v_8 - v_9), \end{aligned}$$

여기서, $|\gamma| \leq THR\ 1$ (제1드레시홀드값)이면 $\phi(\gamma) = 1$, 아니면 $\phi(\gamma) = 0$ 이다.

의 알고리즘에 의해 만약, 모드 결정값 $\geq THR2$ 이면 DC 오프셋 모드를 적용하고, 그렇지 않다면 디폴트 모드로 결정하는 것을 특징으로 하는 저속 전송에서의 동영상을 위한 디블록킹 필터링 방법.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서, DC 오프셋 모드의 실행이 필요한지의 판단은

$$\max = MAX(v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8),$$

$$\min = MIN(v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8)$$

$$\text{if}(|\max - \min| < 2 \cdot QP) \text{이면, } /*\ low\ pass\ filtering*/$$

의 알고리즘에 의해 블록 경계의 픽셀들의 최대 데이터값 - 최소 데이터값의 절대치가 2.QP보다 작을 경우에만 영상의 움직임이 완만한 영역에서의 블록화 현상을 제거하는 것을 특징으로 하는 저속 전송에서의 동영상을 위한 디블록킹 필터링 방법.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서, 디폴트 모드에서의 디블록킹 필터링은 블록 경계에 인접

한 픽셀 v_4 와 v_5 가 $v_{4'}$ 와 $v_{5'}$ 로 대체하여

$$v_{4'} = v_4 - d$$

$$v_{5'} = v_5 + d$$

$$d = CLIP(c_2(a_{3,0'} - a_{3,0})/c_{3,0}, (v_4 - v_5)/2) * \delta(|a_{3,0}| < QF)$$

$$a_{3,0'} = SIGN(a_{3,0}) * MIN(|a_{3,0}|, |a_{3,1}|, |a_{3,2}|)$$

$$a_{3,0} = ([c_1 - c_2 c_2 - c_1] * [v_3 v_4 v_5 v_6]^T) / c_3$$

$$a_{3,1} = ([c_1 - c_2 c_2 - c_1] * [v_1 v_2 v_3 v_4]^T) / c_3$$

$$a_{3,2} = ([c_1 - c_2 c_2 - c_1] * [v_5 v_6 v_7 v_8]^T) / c_3$$

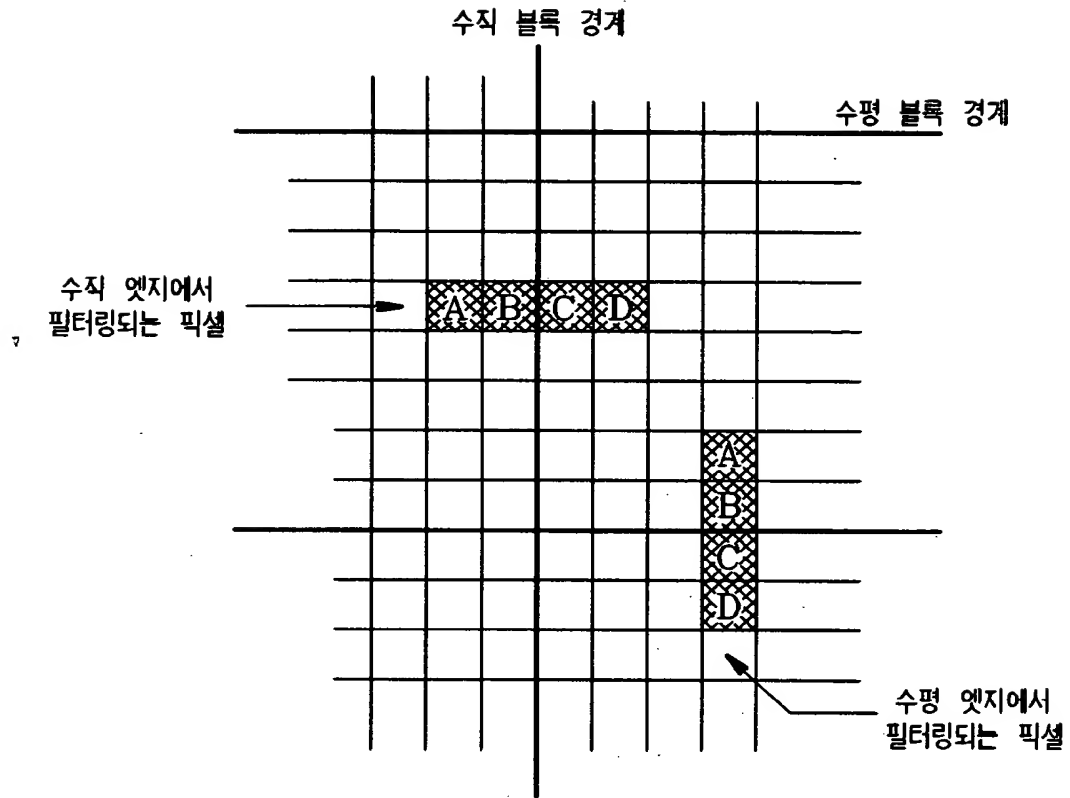
의 알고리즘을 이용하여 주파수 영역에서의 블록 경계에 내포된 불연속적인 성분의 크기를 블록 경계 주변에 내포된 불연속적인 성분의 크기의 최소치로 조정하고 이를 공간 영역에까지 확대하는 것을 특징으로 하는 저속 전송에서의 동영상 을 위한 디블록킹 필터링 방법.

【청구항 5】

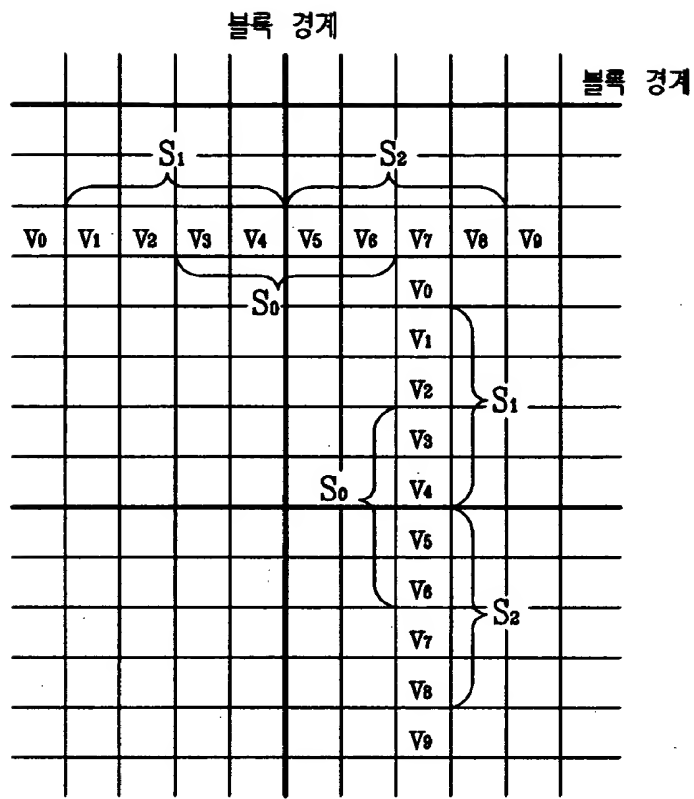
제 4 항에 있어서, QP는 블록 경계에 위치한 v_5 가 포함된 해당 매크로블록의 양자화 변수이고, c_1, c_2, c_3 는 4-포인트 DCT를 위해 사용되는 커널 상수로써 c_1, c_2 의 값은 정수로, c_3 의 값은 2의 누승수로 근사시킨 값을 사용하는 것을 특징으로 하는 저속 전송에서의 동영상을 위한 디블록킹 필터링 방법.

【도면】

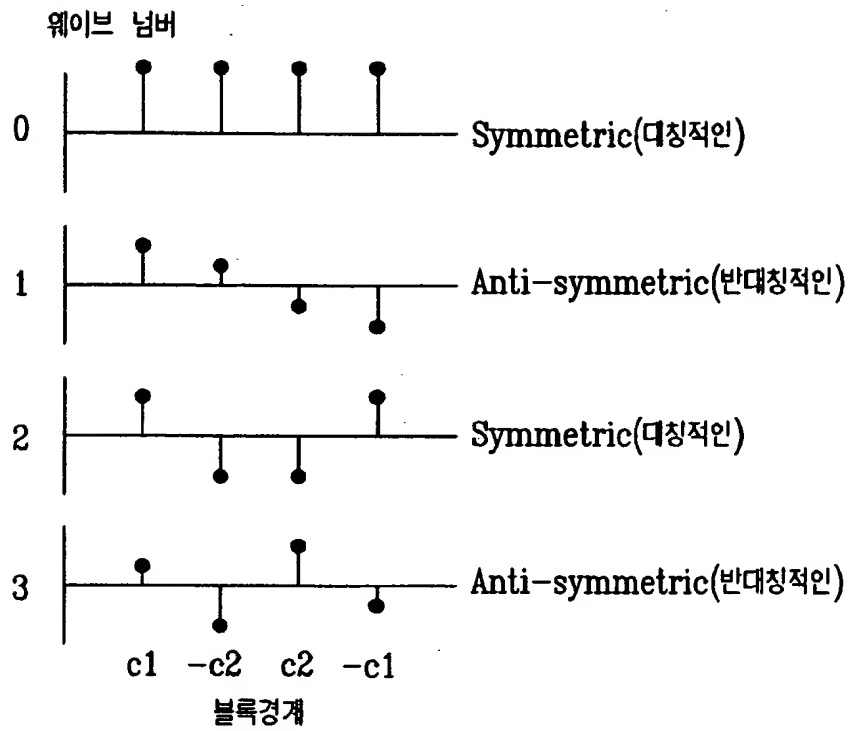
【도 1】



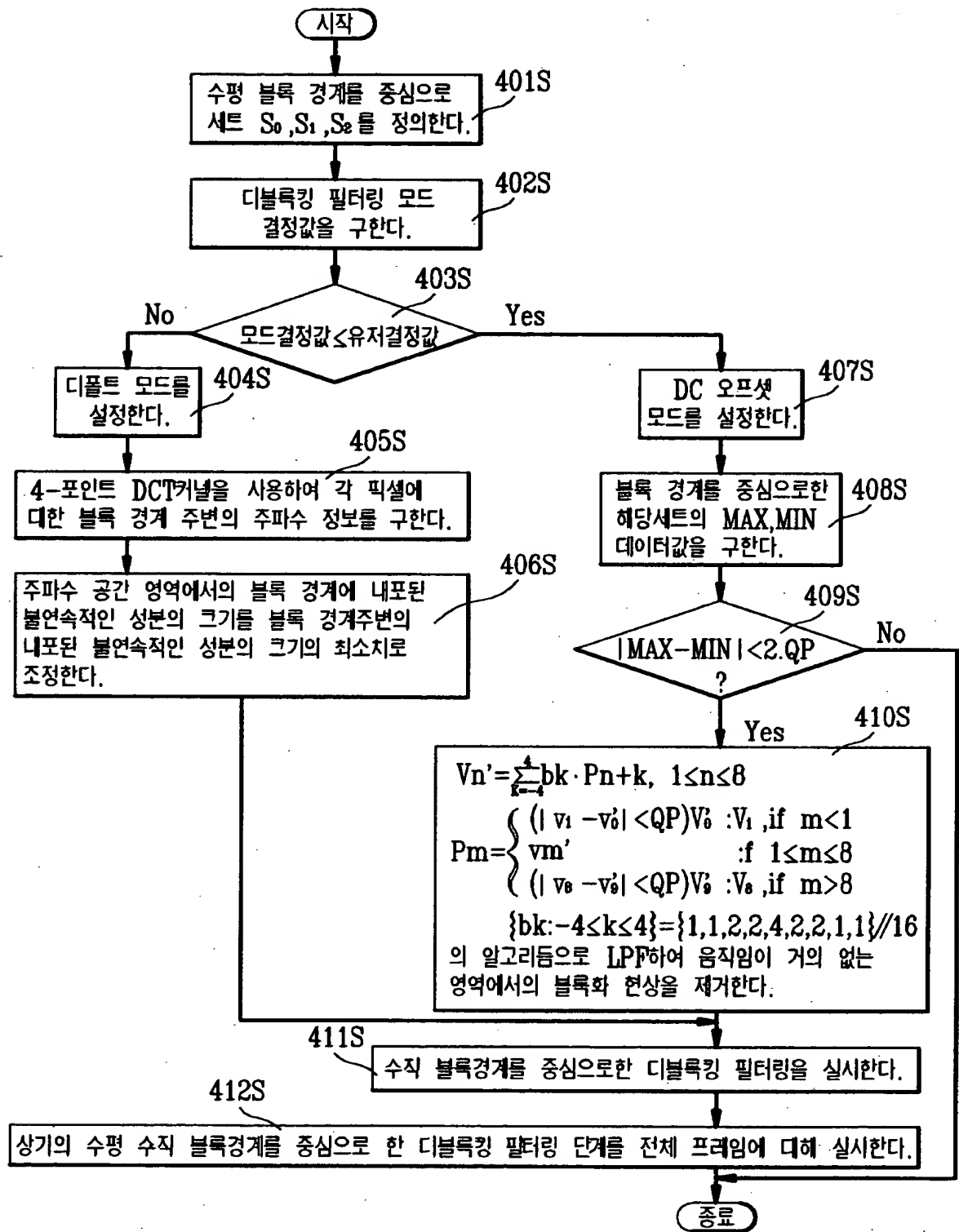
【도 2】



【도 3】



【도 4】



【도 5】

모스 코딩 시뮬레이션 결과

조건	시퀀스	영상화 화질비율	비트속	PSNR_Y							
				TM	Telenor	PSL	NS	SEC	SEC	LAS	LAS+SEC
10Kbps	Hall monitor	17	96683	Only	Deblocking	Deblocking	Deblocking	Deblocking	Deblocking	Deblocking	Deblocking
	Container ship	17	93556	29.21	29.29	29.05	29.24	29.38	29.34	29.43	29.50
7.5Hz	Mother & daughter	15	95579	32.32	32.43	32.35	32.30	32.31	32.44	32.49	32.48
	Hall monitor	9	236220	33.82	34.03	33.85	33.90	34.09	34.00	34.20	34.24
24Kbps	Container ship	10	217480	32.38	32.44	32.08	32.36	32.50	32.49	32.54	32.61
	Mother & daughter	8	231791	35.20	35.31	35.19	35.07	35.23	35.25	35.36	35.31
48Kbps	Foreman	13	470108	30.91	30.97	30.89	30.87	30.95	31.00	31.06	31.07
	Coast guard	14	446028	29.01	28.99	28.54	28.97	28.98	28.92	29.09	28.93
10Hz	Mother & daughter	7	484656	34.30	34.45	34.28	34.11	34.34	34.36	34.48	34.48
	News	16	472873	31.20	31.32	31.19	31.21	31.33	31.31	31.40	31.40
CIF	Container ship	10	488027	36.06	36.22	36.07	35.93	36.08	36.13	36.18	36.08
	Hall monitor	12	458086	33.59	33.81	33.82	33.64	33.89	33.74	34.02	34.02
112Kbps	News	11	1139888	34.00	34.13	34.06	33.97	34.17	34.13	34.26	34.29
	Foreman	30	1184538	28.25	28.33	28.09	28.24	28.23	28.32	28.35	28.37
16Hz	Coast guard	29	1172406	26.36	26.35	25.95	26.34	26.31	26.28	26.42	26.28
	Stefan	13	9796735	28.00	29.02	28.31	28.97	29.05	29.05	29.12	29.13
1Mbps	Mobile & Calendar	14	10259224	28.25	26.21	25.61	25.68	26.30	26.30	26.29	26.33